

Portable laser device for alignment tasks

Patent number: DE69223634T
Publication date: 1998-07-16
Inventor: HERSEY WILLIAM (US)
Applicant: PACIFIC LASER (US)
Classification:
- international: **G01B11/26; G01C15/00; G02B27/14; G01B11/26; G01C15/00; G02B27/14; (IPC1-7): G02B27/14; G01B11/26; G01C15/00; G01C15/10**
- european: G01B11/26; G01C15/00A; G02B27/14
Application number: DE19926023634T 19920828
Priority number(s): US19910753724 19910903; WO1992US07149 19920828

Also published as:

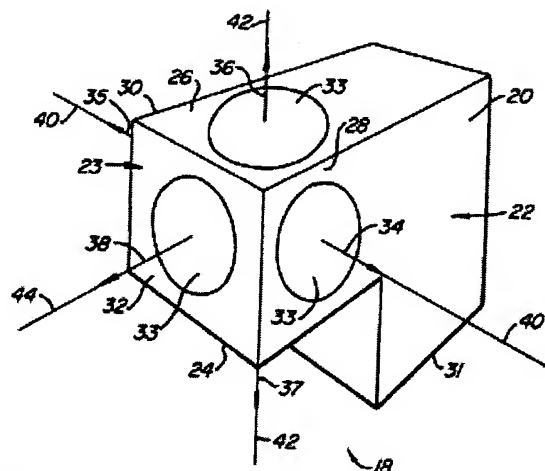
WO9305428 (A1)
EP0602131 (A1)
US5144487 (A1)
EP0602131 (A4)
EP0602131 (B1)

more >>

Report a data error here

Abstract not available for DE69223634T
Abstract of corresponding document: **US5144487**

A portable, battery powered, self-levelling alignment tool for simultaneously indicating level, plumb and square. A projection unit including a laser diode, a collimator, and an optical system is located in a projection unit which is pendulously suspended inside a housing. The optical system divides a collimated beam from the laser diode and the collimator into output beams having a generally perpendicular relationship with each other. The projection unit may be balanced such that at least one of the output beams is substantially level and other beams thus indicate plumb or square.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Übersetzung der
europäischen Patentschrift

87 EP 0 602 131 B 1

10 DE 692 23 634 T 2

51 Int. Cl.⁶:
G 02 B 27/14
G 01 B 11/26
G 01 C 15/00
G 01 C 15/10

21	Deutsches Aktenzeichen:	692 23 634.1
86	PCT-Aktenzeichen:	PCT/US92/07149
86	Europäisches Aktenzeichen:	92 918 867.0
87	PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 93/05428
88	PCT-Anmeldetag:	28. 8. 92
87	Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	18. 3. 93
87	Erstveröffentlichung durch das EPA:	22. 6. 94
87	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	17. 12. 97
47	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	16. 7. 98

30 Unionspriorität:
753724 03. 09. 91 US

73 Patentinhaber:
Pacific Laser, San Francisco, Calif., US

74 Vertreter:
Dr. Werner Geyer, Klaus Fehners & Partner, 80687
München

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC,
NL, SE

72 Erfinder:
HERSEY, William, H., Corte Madera, CA 94925, US

54 TRAGBARE LASERVORRICHTUNG FÜR AUSRICHTZWECKE

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 692 23 634 T 2

DE 692 23 634 T 2

Hintergrund der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Laserausrichtsysteme. Sie ist insbesondere auf ein kompaktes, tragbares Laserausrichthilfsmittel gerichtet, das gleichzeitig waagerechte, senkrechte und rechtwinklige Ausrichtung anzeigt.

Eine tragbare, robuste, preiswerte und selbsthorizontierende Laservorrichtung, die zum gleichzeitigen Anzeigen von waagerechter, senkrechter und rechtwinkliger Ausrichtung geeignet ist, wäre ein sehr nützliches Werkzeug für die Bau- und Zimmermannsbranche. Es wurde eine Anzahl von Laserausrichtvorrichtungen offenbart, die Laser einsetzen. Jedoch enthält keine der Vorrichtungen alle der gewünschten Merkmale der Tragbarkeit, Selbsthorizontierung und die Möglichkeit, eine gleichzeitige Anzeige für die drei grundlegenden Ausrichtrichtungen, das heißt Waagerechte, Senkrechte und Rechtwinklige, zu liefern.

Das US-Patent Nr. 4 448 528 offenbart einen Helium-Neon-Laser, der pendelnd an einem Kardanring hängt, welcher an einem Ende des Lasers befestigt ist. Der hängende Laser ist von einem Windschutz umgeben, und die gesamte Struktur ist auf einem Dreibein befestigt. Die Vorrichtung beruht auf Strahlen, die von jedem der beiden Enden des Helium-Neon-Lasers ausgehen, um eine Ausrichtlinie zu definieren. Der Laser benötigt eine externe Leistungsquelle, so daß seine Verwendung potentiell auf Gebiete begrenzt ist, wo externe Leistung verfügbar ist.

Laserausrichtvorrichtungen wurden auch mit einer Laserdiode und Batterieleistung ausgelegt. Batteriegespeiste Vorrichtungen benötigen keine externe Leistungsquelle und können praktisch an jedem Ort eingesetzt werden. Zum Beispiel offenbaren die US-Patente Nr. 4 221 483, 4 679 937 und 4 912 851 eine Vielfalt von tragbaren Vermeßwerkzeugkonzepten. Alle weisen eine Lichtquelle und mindestens ein anderes optisches Element auf. Pendelaufhängung entweder des optischen Elementes oder der optischen Elemente wird dazu eingesetzt, um eine Selbstausrichtmöglichkeit für die Werkzeuge vorzusehen. Zum Beispiel offenbart die US-Patentschrift 4 912 851 ein batteriegespeistes Werkzeug, das eine Laserdiode im sichtbaren Bereich verwendet, die selbstausrichtend ist und die Fähigkeit hat, Ausrichtstrahlen zu erzeugen, die die waagerechte und die lotrechte Richtung anzeigen, wenn auch nicht gleichzeitig. Die Ausrichtstrahlen werden zwischen der waagerechten und der senkrechten Richtung durch manuelles Drehen eines Knopfs auf der Seite des Werkzeugs umgeschaltet. Die Selbstausrichtung des Werkzeugs wird durch pendelnd hängende optische Elemente bewirkt, die zum Teilen und Richten der Ausrichtstrahlen verwendet werden. Die Laserdiode und die Kollimieroptik sind in einem Werkzeug befestigt, das von den pendelnd

aufgehängten optischen Elementen getrennt ist. Eine komplexe Neigungskompensationsanordnung wird zum Kompensieren von Änderungen der relativen Position des Lasers und der Kollimieroptik und der pendelnd aufgehängten optischen Elemente benötigt, die auftreten, wenn das Werkzeug auf eine nicht-waagerechte Oberfläche gestellt wird. Verschiedene Neigungskompensationsanordnungen sind im Detail im US-Patent 5 Nr. 4 912 851 beschrieben. Es wird angenommen, daß ein Neigungswinkelkompensations-Mechanismus, der gleichzeitig für drei grundlegende Ausrichtrichtungen wirksam ist, sehr viel komplexer sein wird als die in der US-Patentschrift Nr. 4 912 851 offenbarten Mechanismen.

10 Dementsprechend ist es Gegenstand der vorliegenden Erfindung, ein Ausrichtwerkzeug zu schaffen, das keinen Neigungskompensations-Mechanismus benötigt.

Ein anderer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist, ein robustes, kompaktes Laserwerkzeug zum Projizieren von Ausrichtlinien zu schaffen, das zum gleichzeitigen 15 Einrichten von waagerechter, senkrechter und rechtwinkliger Ausrichtrichtung verwendet werden kann.

In der CH-A-0675037 ist eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Laserstrahls offenbart, die in zwei Halteklammern befestigt ist, welche um eine in einem Rahmen gehaltene Drehachse 20 verschwenkbar sind. Dies gestattet der Vorrichtung, eine Pendelbewegung relativ zum Rahmen zu erfahren.

In der US-A 3 936 197 ist ein selbstausrichtender Laserstrahlprojektor beschrieben, der ein Gehäuseelement umfaßt, das eine Stromversorgung, eine Lichtquelle und ein Linsensystem 25 mit mindestens einer pendelnd befestigten Linse aufweist.

In der US-A 3 771 876 wird eine Vorrichtung zum Erzeugen einer Ebene oder einer konischen optischen Referenzfläche durch Ablenken eines primären Lichtstrahls von einer Lichtquelle beschrieben, wobei ein Strahl von einer rotierenden Lichtablenkeinrichtung abgelenkt wird. 30 Die Lichtquelle ist wie ein Pendel aufgehängt und führt den Lichtstrahl in einer vertikalen Richtung zur Lichtablenkeinrichtung.

Zusammenfassung der Erfindung

35 Die vorliegende Erfindung ist in den Ansprüchen 1 und 2 bestimmt.

Die erfindungsgemäßen Gegenstände werden dadurch verwirklicht, daß ein Ausrichtwerkzeug innerhalb einer pendelnd aufgehängten Projektionseinrichtung folgendes umfaßt: eine



5 Laserdiode, eine Kollimieroptik und eine Optik zum Teilen und Richten von Ausgangsstrahlen, die in einer festen Beziehung zueinander angeordnet sind. Daher gibt es keine Relativbewegung zwischen dem Laser und der Kollimieroptik sowie der Optik zum Teilen und Richten der Ausgangsstrahlen, wenn das Werkzeug auf einer unebenen Oberfläche abgestellt ist. Zum Dämpfen von fortgesetzter Pendelbewegung der Projektionseinrichtung ist eine Dämpfeinrichtung vorgesehen.

10 Die Erfindung beinhaltet ein Gehäuse, das sich auf einer im wesentlichen flachen Oberfläche befinden kann. Innerhalb des Gehäuses ist eine Projektionseinrichtung angeordnet mit einem sichtbares Licht liefernden Laser, mit einer Kollimieroptik zum Formen des sichtbaren Lichts in einen kollimierten Strahl und mit optischen Elementen zum Teilen des Strahls in mindestens drei Ausgangsstrahlen, die in einer im wesentlichen senkrechten Beziehung zueinander angeordnet sind. Die Projektionseinrichtung ist pendelnd innerhalb des Gehäuses aufgehängt. Eine Dämpfeinrichtung ist zum Dämpfen von Pendelbewegungen der
15 Projektionseinrichtung vorgesehen. Die Ausgangsstrahlen werden vom Gehäuse weg projiziert, um Ausrichtlinien zu bilden. Die Ausrichtlinien können zur gleichzeitigen Anzeige von der Waagerechten, der Senkrechten und der Vertikalen eingesetzt werden. Die Ausrichtung kann bis auf weniger als ein Achtel Zoll bei vierzig Fuß Länge genau sein.

20 Es können vier Ausgangsstrahlen projiziert werden, von denen zwei vom Gehäuse weg in entgegengesetzte Richtungen, jedoch im wesentlichen zueinander ausgerichtet projiziert werden, so daß einer der beiden auf einen Referenzpunkt gerichtet werden kann.

25 Es können fünf Ausgangsstrahlen projiziert werden, von denen zwei in entgegengesetzte Richtungen, aber im wesentlichen zur Bildung einer ersten Ausrichtlinie zueinander ausgerichtet projiziert werden, und von denen zwei andere in entgegengesetzte Richtungen, jedoch im wesentlichen in Ausrichtung projiziert werden, um eine zweite Ausrichtlinie zu bilden, die im wesentlichen rechtwinklig zu der ersten Ausrichtlinie verläuft. Der verbleibende fünfte Strahl wird vom Gehäuse weg projiziert, um eine dritte Ausrichtlinie zu bilden, die im
30 wesentlichen senkrecht zu der ersten und zweiten Ausrichtlinie verläuft.

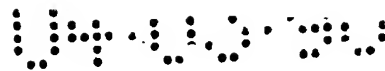
Beschreibung der Zeichnung

35 Die begleitende Zeichnung, die hier beigefügt ist und einen Teil der Beschreibung bildet, illustriert schematisch ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung und dient zusammen mit der obigen allgemeinen Beschreibung und der folgenden detaillierten Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels zur Erklärung der der Erfindung zugrundeliegenden Prinzipien.

- Figur 1 zeigt schematisch eine Gesamtansicht der vorliegenden Erfindung und der Ausrichtstrahlen.
- 5 Figur 2 zeigt schematisch im wesentlichen eine Seitenansicht im Querschnitt eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung.
- Figur 3 zeigt schematisch eine Frontansicht im Querschnitt in der Richtung 3-3 von Figur 2.
- 10 Figur 4 zeigt schematisch ein optisches System zum Teilen eines kollimierten Strahls in 5 Ausgangsstrahlen.
- Figur 5 zeigt schematisch ein optisches System zum Teilen eines kollimierten Strahls in vier Ausgangsstrahlen.
- 15 Figur 6a zeigt schematisch ein optisches System zum Teilen eines kollimierten Strahls in drei Strahlen zum Anzeigen der Waagerechten und eines rechten Winkels.
- 20 Figur 6b zeigt schematisch ein optisches System zum Teilen eines kollimierten Strahls in drei Strahlen zum Anzeigen der Waagerechten und Senkrechten.
- 25 Figur 7 zeigt schematisch eine Anordnung von Schrauben zur Herstellung des Gleichgewichts für eine erfindungsgemäße Projektionseinrichtung.
- 30 Figur 8 zeigt eine Seitenansicht im Querschnitt des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 2, die schematisch Mittel zur Begrenzung der Bewegung der Projektionseinrichtung im Gehäuse darstellt.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

35 Bezugnehmend auf die Zeichnung, wo gleiche Komponenten mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind, ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung allgemein in Figur 1 und im Detail in den Figuren 2 und 3 dargestellt. Ein Ausrichtungswerkzeug, das im allgemeinen durch die Ziffer 18 bezeichnet ist, weist ein



Gehäuse 20 mit einem kastenförmigen Teil 22 auf, der sich an der Vorderseite zur Ausbildung eines kleineren kastenförmigen Nasenabschnitts 23 erstreckt. Das Gehäuse hat im wesentlichen flache obere und untere Wände 24 und 26, flache Seitenwände 28 und 30, eine Grundfläche 31 und eine flache Vorderwand 32. Fenster 33 können einander im wesentlichen gegenüberliegend in oberen und unteren Wänden 24 und 26, einander im wesentlichen gegenüberliegend in den Seitenwänden 28 und 30 und in der Vorderwand 32 eingesetzt sein. Ausgangsstrahlen 34 bis 38 werden durch die Fenster 33 zur Ausbildung von Ausrichtlinien projiziert. Die Strahlen 34 bis 38 weisen eine im wesentlichen senkrechte Anordnung zueinander auf. Die Strahlen 34 und 35 werden vom Gehäuse 20 aus in entgegengesetzte Richtungen projiziert, jedoch im wesentlichen zueinander ausgerichtet, um eine erste horizontale Ausrichtlinie 40 zu bilden. Die Strahlen 36 und 37 werden vom Gehäuse 20 aus in entgegengesetzte Richtungen projiziert, jedoch im wesentlichen zueinander ausgerichtet, um eine vertikale Ausrichtlinie 42 zu bilden, die im wesentlichen senkrecht zur horizontalen Ausrichtlinie 40 verläuft. Der Strahl 38 wird durch das Fenster 33 in der Vorderwand 32 zum Bilden einer zweiten horizontalen Ausrichtlinie 44 projiziert. Die horizontale Linie 44 ist im wesentlichen senkrecht zu der horizontalen Ausrichtlinie 40 und der vertikalen Ausrichtlinie 42. So können entweder die Ausrichtlinie 40 oder die Ausrichtlinie 44 zur Anzeige der Waagerechten benutzt werden, und beide Ausrichtlinien 40 und 44 können zur Anzeige eines rechten Winkels in einer horizontalen Ebene verwendet werden. Die Ausrichtlinien 40 und 42 können zur Anzeige eines rechten Winkels in einer vertikalen Ebene ersetzt werden. Die Ausrichtlinie 42 kann zum Anzeigen der Senkrechten verwendet werden.

Das Werkzeug 18 kann zum Beispiel durch Aufsetzen der Grundfläche 31 auf einer flachen Oberfläche verwendet werden, die einen Referenzpunkt enthält. Der Strahl 37 kann dann auf dem Referenzpunkt angeordnet werden, und so wird jeder Punkt auf der Ausrichtlinie 42 vertikal oberhalb des Referenzpunktes angeordnet sein.

Im allgemeinen kann jeder der Ausgangsstrahlen 34 bis 38 zum Lokalisieren eines Referenzpunkts verwendet werden, von dem aus vertikale oder horizontale Ausrichtung eingerichtet werden soll. Daher kann das Werkzeug 18 auf einem getrennten Gestell befestigt werden, das von einem Referenzpunkt, von dem aus die Ausrichtung erfolgen soll, entfernt ist. Das Gehäuse 20 kann ein mit einem Gewinde versehenes Loch 21 zum Befestigen des Werkzeugs 18 auf einem Stativ oder einer Auflage aufweisen.

Das Werkzeug 18 weist ein Projektionssystem oder eine Einrichtung zum Projizieren von Ausrichtlinien auf, wobei die Lichtquelle und alle nötigen optischen Komponenten zum Projizieren der Ausrichtlinien in fester Beziehung zueinander, vorzugsweise innerhalb einer einzigen Einheit, befestigt sind. Die Projektionseinrichtung kann eine Laserdiode für



sichtbares Licht, einen Kollimator zur Formung eines kollimierten Strahls aus sichtbarem Licht und optische Elemente zum Teilen und Ausrichten des kollimierten Strahls in Ausgangsstrahlen zum Bilden von Ausrichtlinien aufweisen.

5 Wie in Figur 2 gezeigt ist, ist eine Projektionseinrichtung 50 über eine kardanische Befestigung 52 am Gehäuse 20 pendelnd aufgehängt. Die Projektionseinrichtung 50 ist rohrförmig mit einem im wesentlichen quadratischen Querschnitt. Eine Lasereinrichtung 54, ebenfalls mit quadratischem Querschnitt, ist innerhalb der Projektionseinrichtung 50 fest angeordnet. Die Lasereinrichtung 54 weist eine Laserdiode 56 und einen Kollimator 58 auf.
10 Die Laserdiode 56 kann für die Emission von sichtbarem Licht mit einer Wellenlänge zwischen ungefähr 600 und 700 Nanometern (nm) gewählt sein. Die Laserdiode 56 kann zum Beispiel ein Modell TOLD 9211 oder TOLD 9215, erhältlich von Toshiba America Electronic Components Inc. of Irvine, Kalifornien, sein, die sichtbares Licht bei einer Wellenlänge von 670 nm aussendet. Das Modell Told 9211 emittiert Licht bei einer Leistung von 5 Milliwatt (mW), und das Modell 9215 emittiert Licht bei einer Leistung von 10 mW. Der Kollimator 58
15 kann ein oder mehrere optische Elemente 59 (von denen vier gezeigt sind) aufweisen, um sichtbares Licht 60 von der Laserdiode 56 in einen kollimierten Strahl 62 umzubilden. Der Kollimator 58 kann zum Beispiel eine Linse des Modells Nr. 336-1027 mit vier Elementen sein, die von Optima Precision Inc. of West Linn, Oregon, erhältlich ist. Eine Röhre 54 der Optik ist in der Projektionseinrichtung 50 mittels eines Trägers 64 und Schrauben 66 befestigt.
20

Der kollimierte Strahl 62 wird durch eine optische Einrichtung in fünf Ausgangsstrahlen 34-38 geteilt und ausgerichtet. Sie umfaßt Strahlteiler 70 und 72, die unter fünfundvierzig Grad (45°) zu dem kollimierten Strahl 62 ausgerichtet sind, und einen Strahlteiler 74, der senkrecht zur
25 Richtung des kollimierten Strahls 62 ausgerichtet ist. Die Strahlteiler sind mit den Haltern 76 und 76a verbunden, die an der Projektionseinrichtung 50 mittels Feingewindeschrauben 78 befestigt sind. Die Feingewindeschrauben ermöglichen die genaue Ausrichtung der Halter 76 und 76a. Die Strahlteiler 70, 72 und 74 können alle Strahlteiler mit dielektrischen Vielfachschichten sein, die im wesentlichen vernachlässigbare Absorption von sichtbarem
30 Licht aufweisen.

Bezugnehmend auf Figur 4 wird nun ein optisches System zum Erzeugen von fünf Ausgangsstrahlen in einer Explosionsdarstellung gezeigt. Die Halter 76 und 76a sind aus
35 Gründen der Klarheit weggelassen. Hier ist der kollimierte Strahl 62 gezeigt, wie er vom Kollimator 58 in Richtung des Pfeils 80 austritt. Der Strahl 62 fällt erst auf einen Strahlteiler 70, wo ungefähr fünfundzwanzig Prozent des Strahls 62 in Richtung des Pfeils 82 zur Bildung des Ausgangsstrahls 34 reflektiert werden. Der Rest des Strahls 62, das heißt der Strahl 62a, wird vom Strahlteiler 70 durchgelassen und läuft in Richtung des Pfeils 80 weiter, bis er auf

den Strahlteiler 72 fällt. Der Strahlteiler 72 reflektiert ungefähr siebenzig Prozent des Strahls 62a in Richtung des Pfeils 86 zur Ausbildung des Strahls 62b. Ungefähr dreißig Prozent des Strahls 62a werden in Richtung des Pfeils 80 durchgelassen, um den Ausgangsstrahl 38 zu bilden. Der Strahl 62b setzt sich in Richtung des Pfeils 86 fort, bis er auf den Strahlteiler 74 fällt, wo ungefähr fünfzig Prozent des Strahls 62b durchgelassen werden, und setzt sich in Richtung des Pfeils 87 fort, um den Ausgangsstrahl 36 zu bilden. Ungefähr fünfzig Prozent des Strahls 62b werden von dem Strahlteiler 74 in Richtung des Pfeils 85 als Strahl 62c reflektiert. Der Strahl 62c fällt auf den Strahlteiler 72, wo ungefähr dreißig Prozent in Richtung des Pfeils 84 zur Bildung des Ausgangsstrahls 37 durchgelassen werden. Ungefähr siebenzig Prozent des Strahls 62c werden durch den Strahlteiler 72 in Richtung des Pfeils 81 zur Ausbildung des Strahls 62d reflektiert. Der Strahl 62d setzt sich in Richtung des Pfeils 81 fort und fällt auf den Strahlteiler 70, wo ungefähr fünfundzwanzig Prozent in Richtung des Pfeils 88 zur Bildung des Ausgangsstrahls 35 reflektiert werden. Durch Auswahl verschiedener Werte von Reflexion und Transmission für die Strahlteiler 70, 72 und 74 können unterschiedliche Ausgangswerte in den Ausgangsstrahlen 34, 35, 36, 37 und 38 erzielt werden.

Ein optisches System kann zum Erzeugen von weniger als fünf Ausgangsstrahlen konfiguriert werden. Dies kann nötig sein, falls mehr optische Leistung pro Ausgangsstrahl erforderlich ist. Ein optisches System mit vier Ausgangsstrahlen ist in Figur 5 gezeigt. Hier fällt der kollimierte Strahl 62 auf den Strahlteiler 70, und ungefähr fünfundzwanzig Prozent des Strahls 62 werden in Richtung des Pfeils 82a zur Bildung des Ausgangsstrahls 34 reflektiert. Ungefähr fünfundsiebzig Prozent des kollimierten Strahls 62 werden vom Strahlteiler 70 durchgelassen und setzen sich in Richtung des Pfeils 80a als Strahl 62e fort. Dreißig Prozent des Strahls 62e werden durch den Strahlteiler 72 in Richtung des Pfeils 84a zur Bildung des Ausgangsstrahls 36 reflektiert. Ungefähr siebenzig Prozent des Strahls 62e werden durch den Strahlteiler 72 in Richtung des Pfeils 80a zu einem vollständig reflektierenden Spiegel 73 durchgelassen. Der vollständig reflektierende Spiegel 73 reflektiert den Strahl 62f in Richtung des Pfeils 86a. Der Strahl 62f fällt auf den Strahlteiler 72, wo ungefähr dreißig Prozent in Richtung des Pfeils 88a zur Bildung des Ausgangsstrahls 37 reflektiert werden. Ungefähr siebenzig Prozent des Strahls 62f, ein Strahl 62g, werden durch den Strahlteiler 72 in Richtung des Pfeils 89 durchgelassen. Ungefähr fünfundzwanzig Prozent des Strahls 62g werden vom Strahlteiler 70 in Richtung des Pfeils 87a zur Bildung des Ausgangsstrahls 35 reflektiert.

In einem anderen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel kann ein optisches System zum Projizieren von drei Ausrichtstrahlen in der Projektionseinrichtung 50 vorgesehen sein. Unter Bezugnahme auf die Figuren 6a und 6b wird hier ein einziger um fünfundvierzig-Grad-Strahlteiler 75 verwendet, um den kollimierten Strahl 62 in zwei Strahlen 62h und 62k zu

teilen, die senkrecht zueinander orientiert sind. In Abhängigkeit der Orientierung des Strahlteilers 75 zur Richtung des kollimierten Strahls 62 können die Strahlen 62h und 62k projiziert werden, um die Waagerechte und die Winkelrechte zu bestimmen, wenn der Strahlteiler 75 um fünfundvierzig Grad zur Horizontalen geneigt ist (Figur 6a), oder die Senkrechte und die Waagerechte, wenn der Strahlteiler 75 fünfundvierzig Grad zu der Vertikalen geneigt ist (Figur 6b). Ein Strahlteiler 77 senkrecht zur Richtung des Strahls 62h kann verwendet werden, um einen Teil des Lichts im Strahl 62h vom Strahlteiler 75 zurückzereflektieren, um einen dritten Strahl 32m zu erzeugen, der als Referenzmarke für die vertikale Richtung (Figur 6b) oder für die horizontale (oder die waagerechte) Richtung (Figur 6a) eingesetzt werden kann.

Die Projektionseinrichtung 50 ist derart gestaltet, daß sie sich, wenn sie vom Kardangelenk 52 hängt, ausbalanciert, so daß die Ausrichtstrahlen 40 und 44 genau waagerecht, das heißt horizontal, sein können. In der Praxis können die Herstellungstoleranzen so sein, daß die Projektionseinrichtung 50 sich nicht genau wie hergestellt ausgleicht. Daher kann es notwendig sein, das Gleichgewicht der Projektionseinrichtung nach ihrem Zusammenbau einzustellen. Bezugnehmend auf Figur 7 ist nun das Ende 50a der Projektionseinrichtung 50, das heißt, das Ende, an dem die Lasereinrichtung 54 angeordnet ist, mit 10 Gewindelöchern 94 versehen. Die Löcher können zur Aufnahme von #40-Schrauben ausgelegt sein und sind so angeordnet, daß zwei in jede der Wände 51a und 51b der Projektionseinrichtung und drei durch jede der Wände 51c und 51d der Projektionseinrichtung gebohrt sind. Dadurch kann Gewicht am Ende 50a der Projektionseinrichtung 50 hinzugefügt oder weggenommen werden, indem #40-Madenschrauben 96 hinzugefügt oder weggenommen werden. So kann das Gleichgewicht der Projektionseinrichtung 50 eingestellt werden.

Die Projektionseinrichtung 50 kann mit einem Dämpfungssystem zur Begrenzung der Pendelbewegung, wenn das Werkzeug auf einer Oberfläche abgesetzt wird, versehen sein. Wie in den Figuren 2 und 3 gezeigt ist, kann das Dämpfungssystem einen Magnet 102 aufweisen, der in einem Permanentmagnet-Halter 100 über eine Stellschraube 103 festgehalten ist. Eine runde schalenförmige Kupferplatte 105 ist mit einer Kupferschraube 104 auf einem zylindrischen Auslegearm 108 befestigt. Der zylindrische Auslegearm 108 ist mittels einer Schraube 110 an der Projektionseinrichtung 50 befestigt. So ist die Kupferplatte 105 starr an der Projektion 50 aufgehängt. Die Kupferplatte 105 ist so gestaltet und positioniert, daß ein präziser Spalt 101 mit einer vorgegebenen Breite eingehalten wird, wenn sie sich in Bewegung oberhalb des Magneten 102 befindet. Der Spalt 101 ist klein genug, daß die Bewegung der Kupferplatte 105 über dem Magneten 102 in der Kupferplatte 105 erzeugte Wirbelströme verursacht. Die Wechselwirkung der Wirbelströme in der Kupferplatte 105 mit dem magnetischen Feld des Magneten 102 führt zur Dämpfung der Pendelbewegung der

Projektionseinrichtung 50. Die Dämpfungskraft kann von der Masse und Länge des Magneten 102, der Abmessung des Spalts 101 und der Dicke der Kupferplatte 105 abhängen. Vorzugsweise ist der Magnet 102 ein Neodym-Magnet mit ungefähr einem halben Zoll Durchmesser und ungefähr einem halben Zoll Länge. Die Kupferplatte 105 hat vorzugsweise eine Dicke von ungefähr ein Achtel Zoll. Der Spalt 101 kann eine Breite haben, die weniger oder gleich ungefähr einem Sechzehntel Zoll ist.

Wieder auf die Figuren 2 und 3 bezugnehmend wird die Laserdiode 56 durch eine wiederaufladbare Batterie 120 gespeist, die in einem Batteriefach 122 innerhalb des Gehäuses 20 angeordnet ist. Die Batterie ist mit der Diode über einen Verbinder 124 verbunden, der sich vom Anschluß 126 aus erstreckt. Der Verbinder 124 kann ein äußerst biegsamer Mikrominiatur-Verbinder sein, der von New England Electric Wire Company of Lisbon, New Hampshire, bezogen werden kann. Der Verbinder 124 ist an den Ein-/Ausschalter 125 geführt, der am Gehäuse 20 angebracht ist. Er ist dann durch die Mitte der Kardanbefestigung 52 geführt und mit der Laserdiode 56 verbunden. Die Führung des Verbinders 124 durch die Kardanbefestigung 52, wie beschrieben, stellt sicher, daß der Verbinder 124 nur eine vernachlässigbare Wirkung auf das Gleichgewicht der Projektionseinrichtung 50 hat.

Es sind auch Vorkehrungen gegen eine übermäßige Bewegung der Projektionseinrichtung 50 getroffen, wenn das Werkzeug 18 auf einer Oberfläche abgesetzt wird, die weit von der Waagerechten entfernt ist. Zum Beispiel zeigt Figur 8 die Position der Projektionseinrichtung 50, bei der das Werkzeug longitudinal um ungefähr zehn Grad (10°) oder mehr zur Horizontalen geneigt ist. Details der elektrischen Verbindungen, des Kollimators und des Gleichgewichtssystems sind aus Gründen der Klarheit in Figur 8 weggelassen worden. Ein energieabsorbierender Stopper 136 kontaktiert eine Innenwand des Gehäuses 20, wenn die Projektionseinrichtung 50 um ungefähr 10 Grad geneigt wird, wodurch weitere relative Bewegungen zwischen Projektionseinrichtung 50 und Gehäuse 20 begrenzt werden, wenn das Werkzeug 18 um mehr als 10 Grad geneigt ist. Ein ähnlicher energieabsorbierender Stopper 137 ist für einen Kontakt an der Innenwand des Gehäuses vorgesehen, falls die Projektionseinrichtung 50 um ungefähr 10 Grad in die entgegengesetzte Richtung geneigt ist. Ähnliche energieabsorbierende Stopper 138 (siehe Figur 3) sind vorgesehen, um die Bewegung der Projektionseinrichtung 50 zu begrenzen, wenn das Werkzeug 18 seitlich geneigt wird. Zusätzlich kann das Werkzeug 18 mit einem Abschalter 127 versehen werden, der die Leistungszufuhr zur Laserdiode 56 unterbricht, wenn das Gehäuse 20 in irgendeine Richtung um plus oder minus neun Grad von der Horizontalen geneigt wird. Ein derartiger Schalter kann ein Allrichtungs-Quecksilberschalter sein, wie er von Comus International of Nutley, New Jersey, erhältlich ist. Das Verfahren zum Verbinden eines derartigen Schalters ist

692 23 634.1-08

Patentansprüche

5

1. Vorrichtung zum Projizieren von Ausrichtlinien mit:
einem Gehäuse (20);

10

einer Projektionseinrichtung (50) zur Projektion von Ausgangsstrahlen, die in dem Gehäuse pendelnd aufgehängt ist, wobei die Projektionseinrichtung eine Lasereinrichtung (54) zur Emission sichtbaren Lichts und eine Kollimiereinrichtung (58) zur Formung dieses sichtbaren Lichts in einen kollimierten Strahl aufweist, gekennzeichnet durch eine optische Einrichtung (70, 72, 74), um den kollimierten Strahl in mindestens drei Ausgangsstrahlen zu teilen, wobei die Ausgangsstrahlen vom Gehäuse aus in verschiedene, jedoch im wesentlichen senkrecht aufeinander stehende Richtungen projiziert werden; wobei die Ausgangsstrahlen als Ausrichtlinien benutzt werden können; und durch eine Magneteinrichtung zum Dämpfen der Pendelbewegung der Projektionseinrichtung, die einen im Gehäuse unter der Projektionseinrichtung befestigten Magnet (102) sowie eine schalenförmige Kupferplatte (105) aufweist, die starr von der Projektionseinrichtung so hängt, daß die Kupferplatte oberhalb des Magneten mit einem Spalt dazwischen angeordnet ist, der gering genug ist, daß in der Platte aufgrund ihrer oberhalb des Magneten erfolgenden Bewegung Wirbelströme erzeugt werden.

15

20

2. Vorrichtung zum Projizieren von Ausrichtlinien mit
einem Gehäuse (20);

25

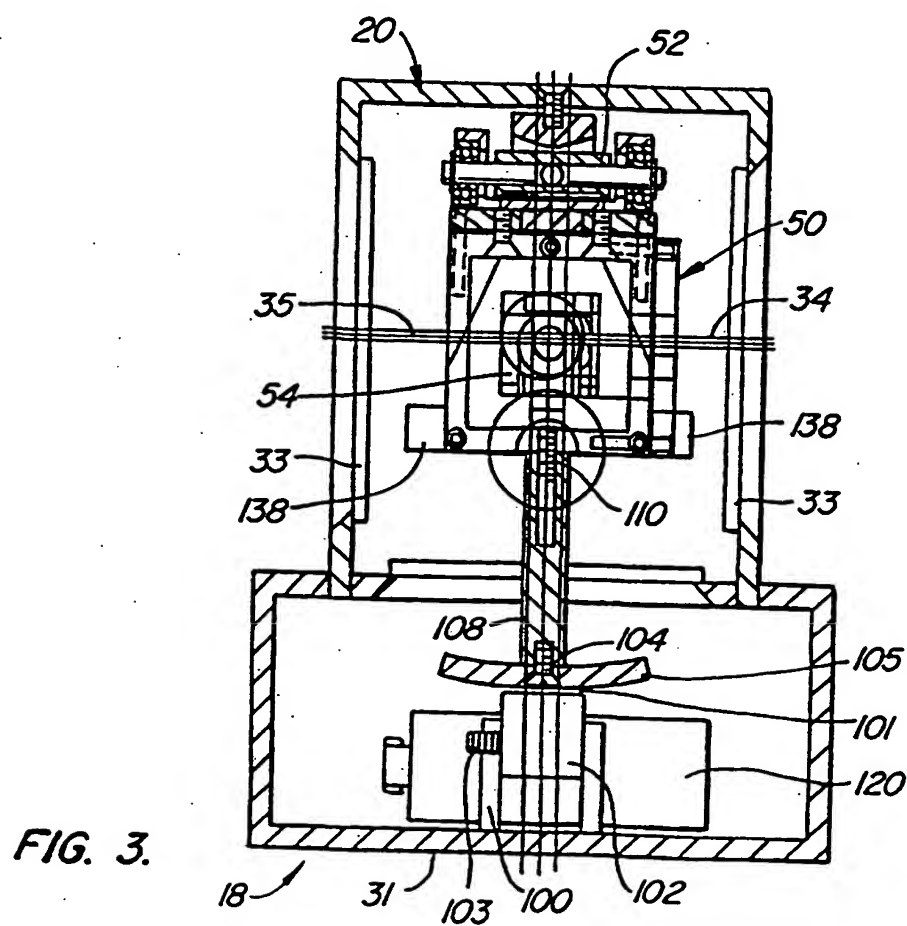
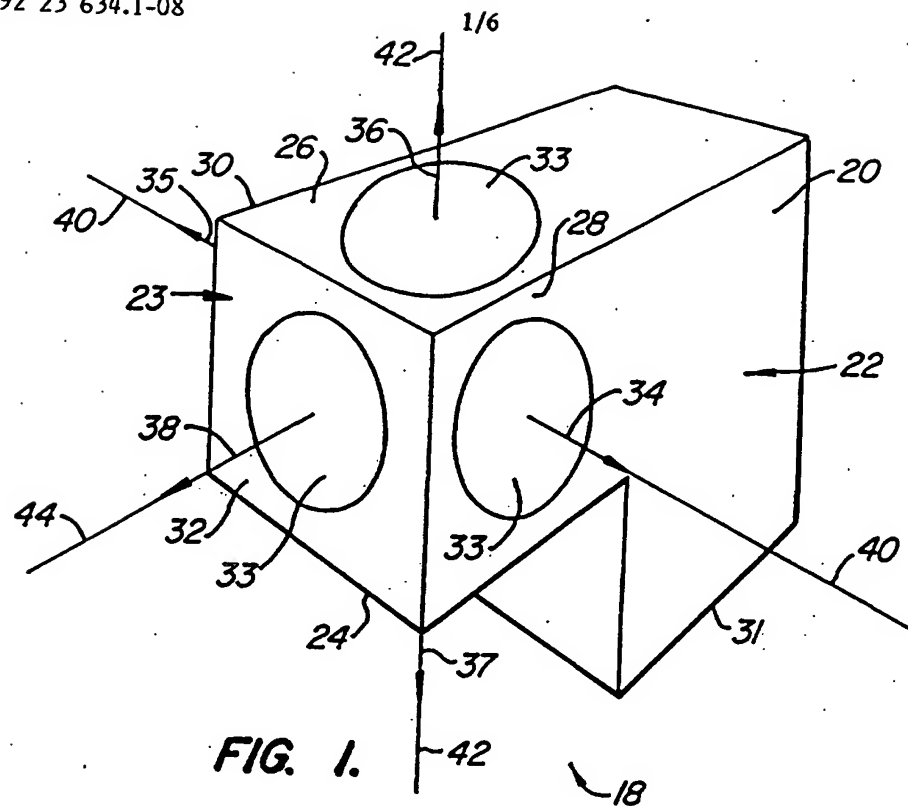
einer Projektionseinrichtung (50) zum Projizieren von Ausgangsstrahlen, die in dem Gehäuse pendelnd aufgehängt ist, wobei die Projektionseinrichtung eine Lasereinrichtung (54) zur Emission sichtbaren Lichts und eine Kollimiereinrichtung (58) zur Formung dieses sichtbaren Lichts in einen kollimierten Strahl aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine optische Einrichtung (70, 72, 74) zur Teilung des kollimierten Strahls in mindestens vier Ausgangsstrahlen, wobei diese Ausgangsstrahlen von diesem Gehäuse aus in verschiedene, jedoch im wesentlichen senkrecht aufeinander stehende Richtungen projiziert werden, wobei die Ausgangsstrahlen als Ausrichtlinien zum gleichzeitigen Anzeigen der Waagerechten, der Senkrechten und der Rechtwinkligen verwendet werden können, und eine Einrichtung (102, 105) zum Dämpfen der Pendelbewegung der Projektionseinrichtung aufweist.

30

35

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, bei der mindestens zwei der Ausgangsstrahlen vom Gehäuse aus in entgegengesetzte Richtungen, jedoch im wesentlichen zueinander ausgerichtet projiziert werden.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei der die optische Einrichtung zur Teilung des kollimierten Strahls in einen ersten, zweiten, dritten, vierten und fünften Ausgangsstrahl ausgebildet ist, wobei:
 - 5 der erste und zweite Ausgangsstrahl von dem Gehäuse aus in entgegengesetzte Richtungen, jedoch im wesentlichen zueinander ausgerichtet projiziert werden, um eine erste Ausrichtlinie zu bilden;
 - der dritte und vierte Ausgangsstrahl von dem Gehäuse aus in entgegengesetzte Richtungen, aber im wesentlichen zueinander ausgerichtet projiziert werden, um eine zweite Ausrichtlinie zu bilden;
 - 10 der fünfte Ausgangsstrahl von dem Gehäuse aus zum Ausbilden einer dritten Ausrichtlinie projiziert wird; und die erste, zweite und dritte Ausrichtlinie im wesentlichen rechtwinklig zueinander stehen, wobei diese Ausrichtlinien verwendet werden können, um gleichzeitig die Waagrechte, die Senkrechte und die Rechtwinklige anzuzeigen.
 - 15
5. Vorrichtung nach Anspruch 2, 3 oder 4, bei der die Dämpfeinrichtung eine Magneteinrichtung ist.
- 20 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, bei der die Magneteinrichtung einen Magneten (102) aufweist, der in dem Gehäuse unterhalb der Projektionseinrichtung angeordnet ist, und eine schalenförmige Kupferplatte (105), die starr von der Projektionseinrichtung so hängt, daß die Kupferplatte mit einem geeignet geringen Spalt oberhalb des Magneten angeordnet ist, so daß bei ihrer Bewegung oberhalb des Magneten Wirbelströme in der Platte erzeugt werden.
- 25 7. Vorrichtung nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, bei der ferner eine Batterieeinrichtung (120) zur Versorgung der Lasereinrichtung mit Leistung vorgesehen ist.



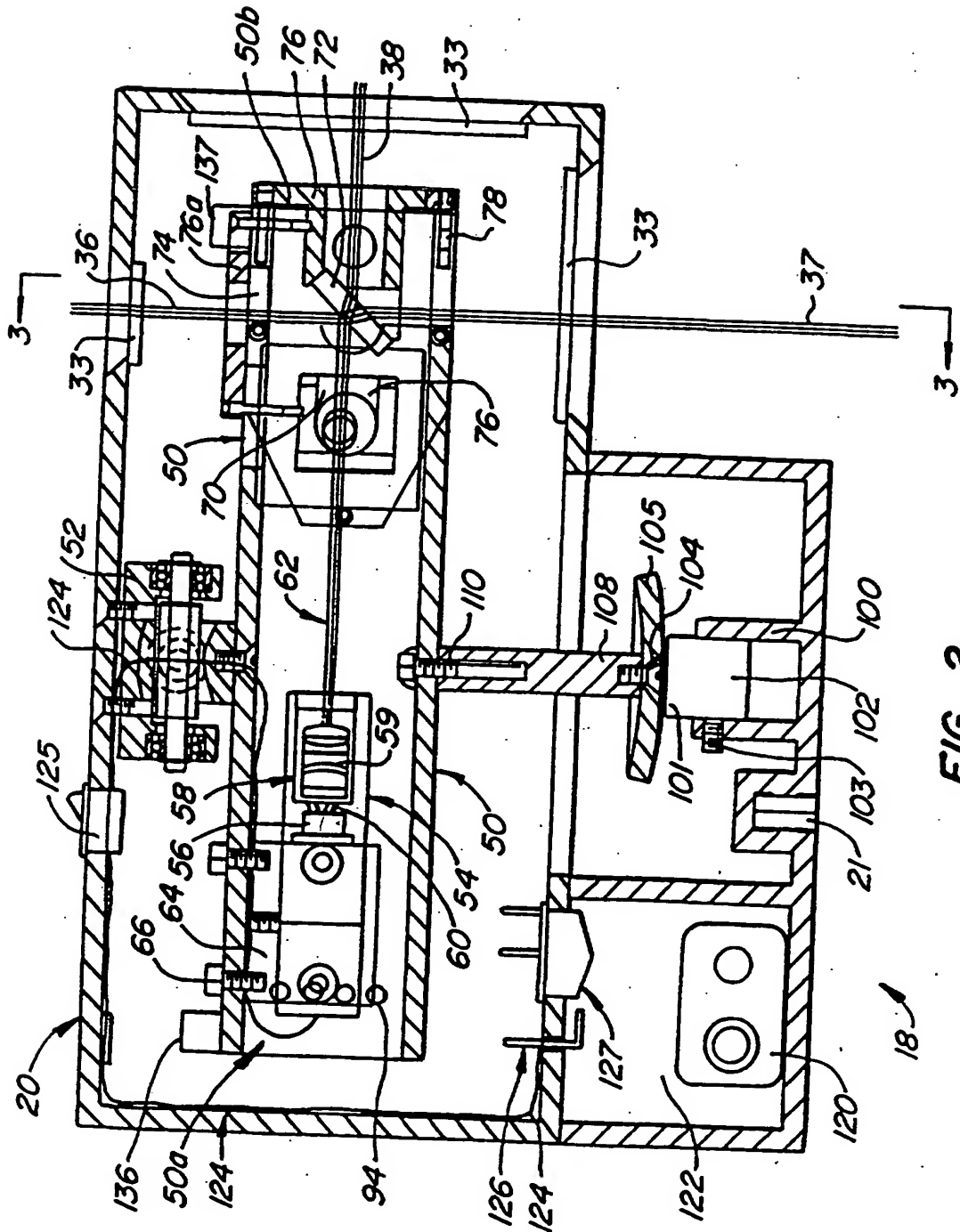


FIG. 2.



FIG. 4.

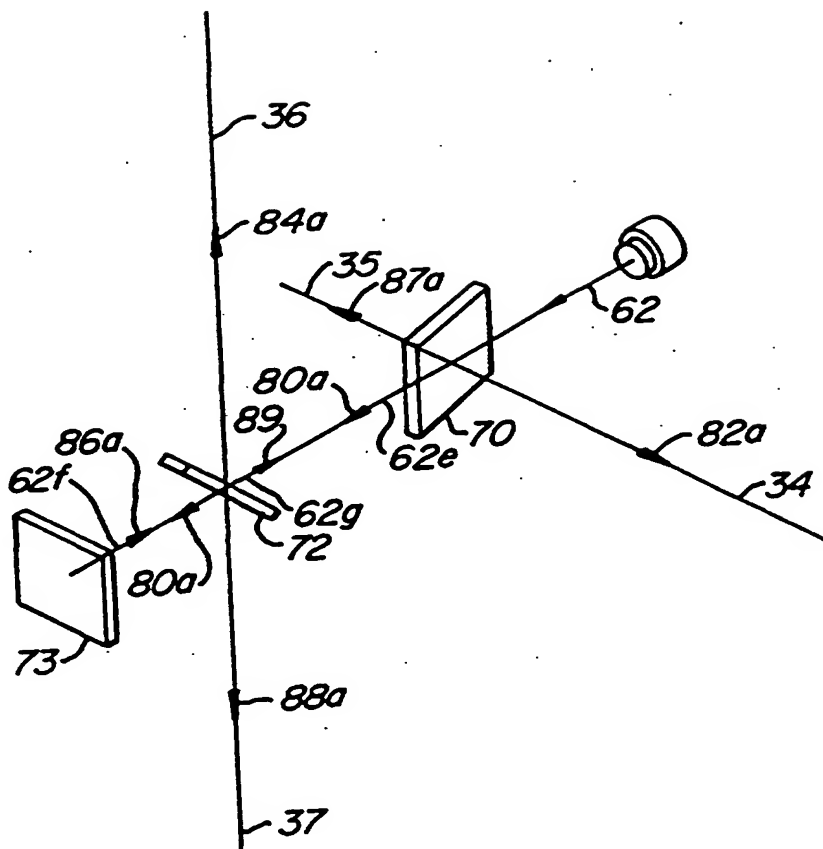


FIG. 5.

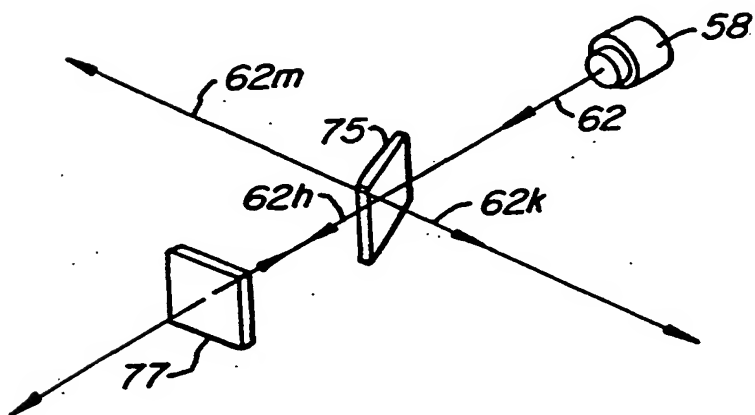


FIG. 6a.

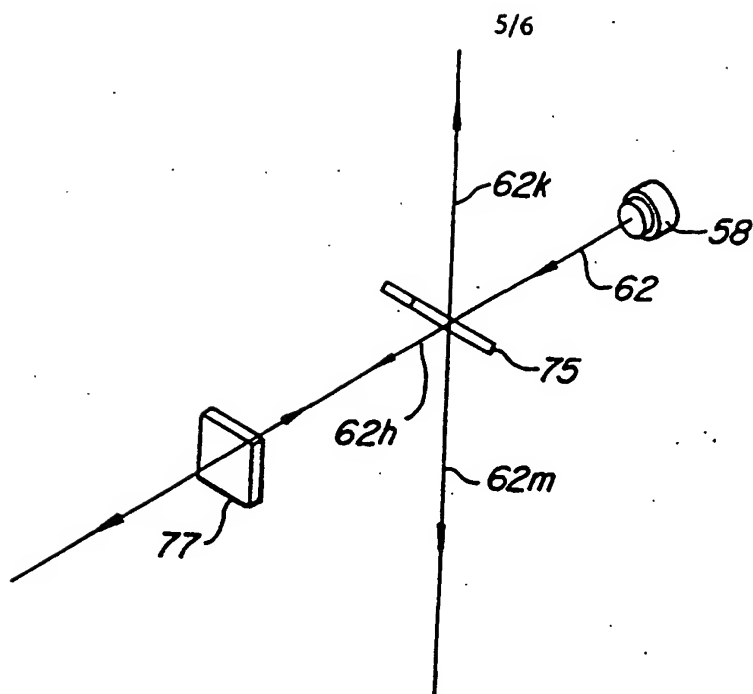


FIG. 6b.

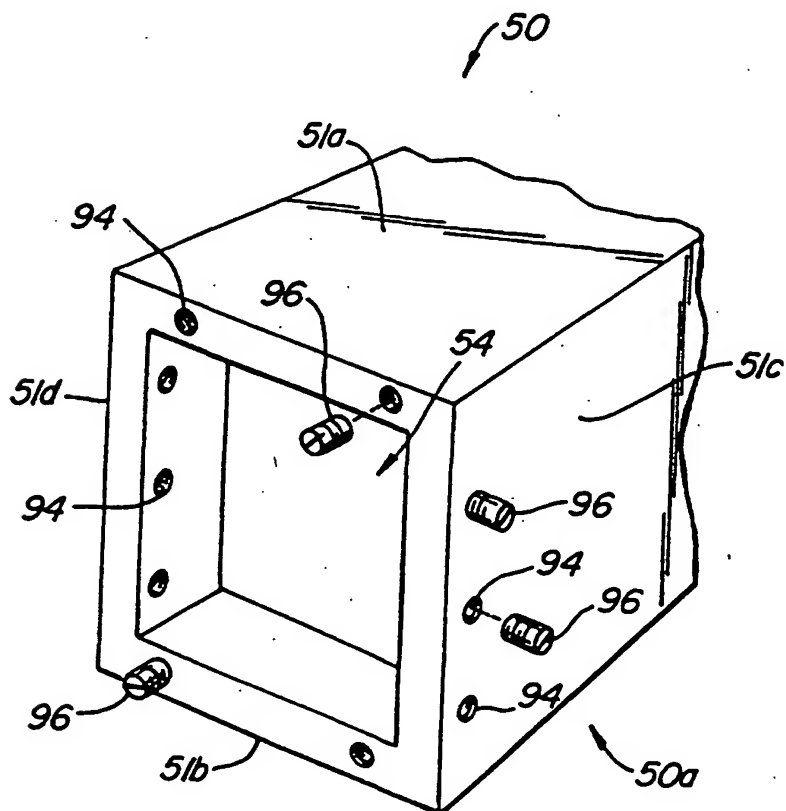


FIG. 7

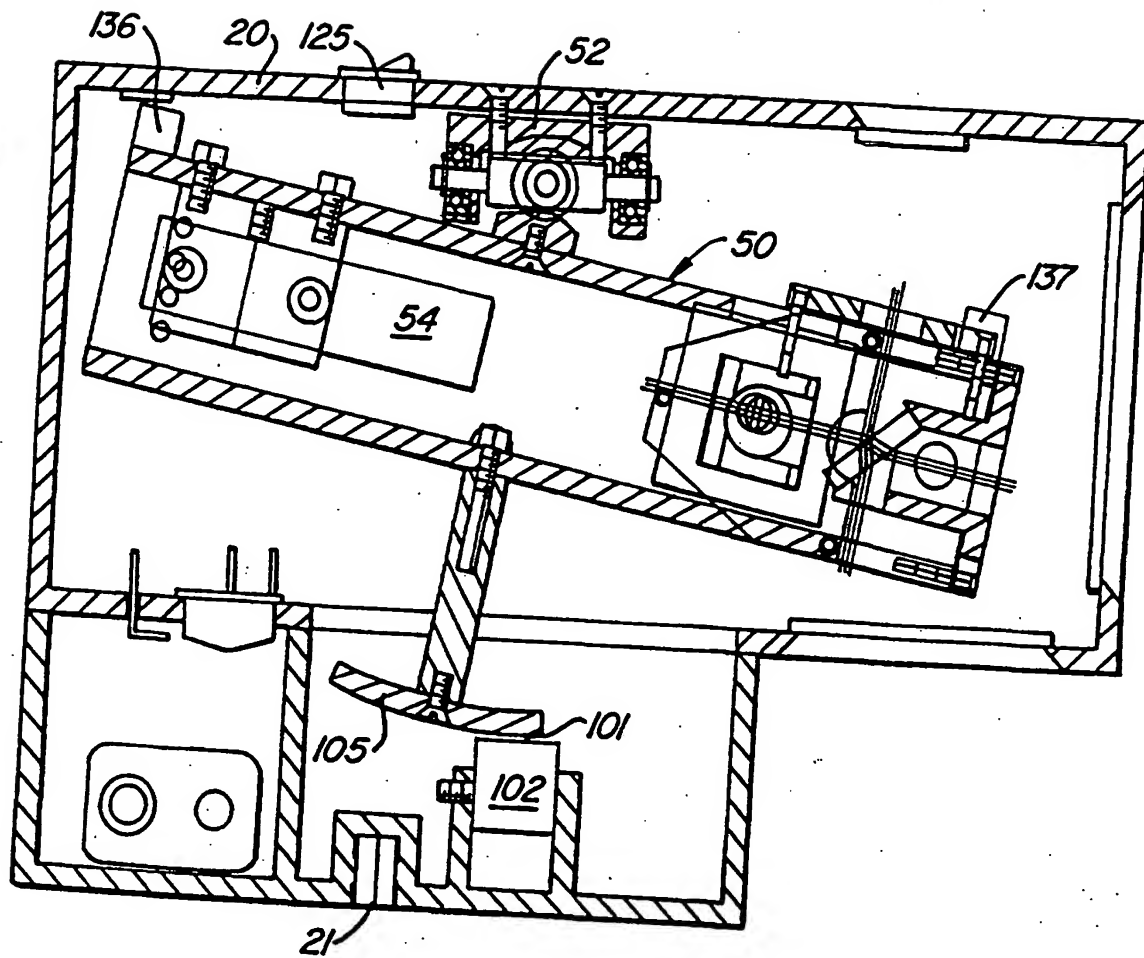


FIG. 8.